

DE ÍCARO A LOS HERMANOS WRIGHT

A 100 años del primer vuelo motorizado

JUAN JORGE HERMOSILLO VILLALOBOS*

La ilusión del hombre por volar debe de ser tan antigua como el desarrollo de la propia conciencia. La mitología griega, por ejemplo, tiene muchos personajes con la facultad de desplazarse por los aires, ya sea por medios propios, como el Pegaso, o con accesorios adecuados como sandalias voladoras, como Perseo o Hermes (Mercurio de los romanos). Quizá la leyenda más antigua de hombres que intentaron volar es la de Ícaro y Dédalo.

La aeronáutica ha tenido a lo largo de la historia dos grandes líneas de desarrollo: la aerostática, con artefactos más ligeros que el aire, y la aerodinámica,¹ con aparatos más pesados. La aportación de los hermanos Wright, quienes realizaron el primer vuelo motorizado hace 100 años, se inscribe en la línea aerodinámica, que nació con la invención del papalote en China, hacia el año 1000 A.C.

Sin embargo, el primer vuelo libre tripulado por humanos se apoyó en la línea aerostática, cuyos orígenes teóricos pueden relacionarse con Arquímedes (siglo III A.C.) mediante su famoso principio de la flotación de los

cuerpos en los fluidos. El 21 de noviembre de 1783 “zarparon” de los bosques de Boloña, en París, el marqués d’Arlandes y Jean-François Pilâtre de Rozier a bordo de “la Montgolfiera”, un enorme globo de aire caliente profusamente decorado, construido de tela y papel, que fue calentado mediante una fogata, pero no tenía medios propios para sustentarse. El vuelo duró cerca de 20 minutos y se recorrieron más de 15 km. En este aparato no se podía controlar la dirección ni la duración del vuelo.

Este vuelo tripulado ocurrió 120 años antes que el vuelo motorizado de los hermanos Wright, sin embargo no tuvo trascendencia para el desarrollo de la aeronáutica más allá de haber sido el primero.

El primer vuelo de los Wright es de tal importancia histórica que al comenzar la primera guerra mundial, menos de 11 años después, ya existían en Europa más de tres mil aviones (extraordinariamente maniobrables para su época) para emplearlos como precisas armas de guerra.

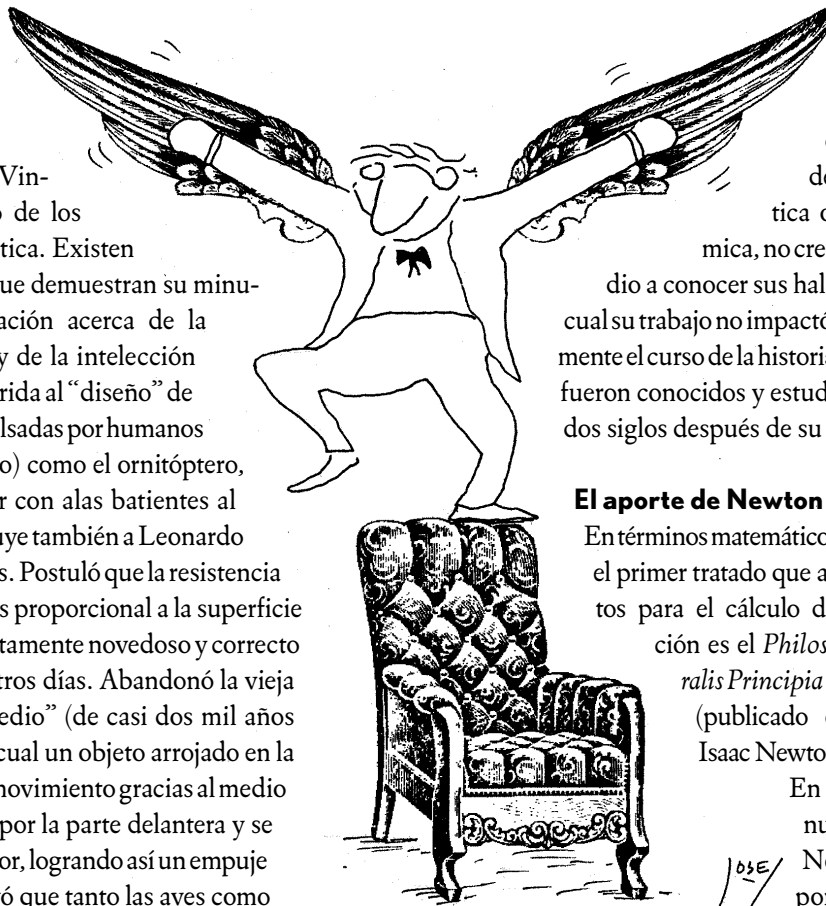
* Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales, ITESO, jjhillo@iteso.mx

1. La aerodinámica es la rama de la dinámica (y esta última a su vez de la mecánica) cuyo objeto de estudio son las fuerzas e interacciones que se generan cuando existe un movimiento relativo entre un cuerpo sólido y un gas. Es un producto intelectual de alta complejidad, aún en desarrollo, a diferencia de otras ramas de la física que pueden considerarse como “cerradas”. La ingeniería aeronáutica toma como fundamento la aerodinámica y, con base en conocimiento empírico, desarrolla los artefactos voladores.

ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

Algunos autores consideran a Leonardo da Vinci (1452-1519) como uno de los precursores de la aeronáutica. Existen suficientes documentos que demuestran su minucioso trabajo de observación acerca de la constitución de las aves y de la imitación de esta constitución transferida al "diseño" de máquinas voladoras propulsadas por humanos (dibujo, sin cálculo alguno) como el ornitóptero, una especie de planeador con alas batientes al modo de las aves. Se atribuye también a Leonardo la invención del paracaídas. Postuló que la resistencia entre el aire y un cuerpo es proporcional a la superficie de este, lo cual fue completamente novedoso y correcto en un aspecto hasta nuestros días. Abandonó la vieja teoría aristotélica "del medio" (de casi dos mil años de antigüedad), según la cual un objeto arrojado en la atmósfera conservaba su movimiento gracias al medio (el aire) que le abría paso por la parte delantera y se cerraba por la parte posterior, logrando así un empuje efectivo. Da Vinci observó que tanto las aves como los peces son generalmente afilados en su parte posterior, con lo cual, lejos de captar el efecto "del medio" para lograr ese empuje, lo que logran es que el fluido se cierre suavemente tras de sí causando la mínima resistencia. Sus observaciones lo llevaron también a concluir que las aves logran su sustentación en el aire debido al efecto de velocidad relativa entre este y las alas, y que el movimiento de las alas es principalmente para lograr esa velocidad, no para lograr la sustentación. Así, concluyó que una aeronave podría volar con alas fijas si existiera algún modo distinto de lograr la propulsión.

El poder intelectual y la versatilidad de Leonardo da Vinci están más allá de toda discusión. Sin embargo,



en materia del desarrollo de la aeronáutica o la aerodinámica, no creó escuela y no dio a conocer sus hallazgos, por lo cual su trabajo no impactó significativamente el curso de la historia. Sus escritos fueron conocidos y estudiados más de dos siglos después de su muerte.

El aporte de Newton

En términos matemáticos y mecánicos, el primer tratado que aporta elementos para el cálculo de la sustentación es el *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (publicado en 1687) de Isaac Newton (1642-1727).

En esta obra monumental Isaac Newton incorporó los conocimientos mecánicos de sus antecesores y

aportó conceptos completamente nuevos, como la relación que existe entre el cambio en la cantidad de movimiento de un cuerpo (masa y velocidad) y la fuerza requerida para lograr ese cambio (segunda ley de Newton), así como la relación que existe entre el modo como fluye una sustancia, su viscosidad y la fuerza requerida para lograr el flujo.

La mecánica newtoniana permitió demostrar de manera teórica lo que otros habían encontrado experimentalmente en la misma época: que la fuerza de arrastre² varía en proporción al cuadrado de la velocidad, es decir, que duplicar la velocidad de un cuerpo dentro de un fluido

2. Dos conceptos aerodinámicos básicos son el arrastre y la sustentación. Cualquier superficie aerodinámica, al interactuar con el aire en movimiento relativo genera una fuerza resultante que puede descomponerse en dos: una en dirección del flujo del aire, llamada arrastre, y otra perpendicular a esta, llamada sustentación. El arrastre es la fuerza que hay que vencer para lograr el movimiento del cuerpo a través del aire. Todos los cuerpos cuando se mueven dentro de un fluido se ven sometidos a un efecto de arrastre. El "mérito" de una superficie aerodinámica, como un ala, un aspa, un álabo, una hélice o una vela (de velero), consiste en lograr otra fuerza perpendicular que produzca el efecto de sustentación. La sustentación nunca puede lograrse sin un efecto de arrastre,

supone cuadruplicar la fuerza requerida para moverlo.

Con los conceptos establecidos en los *Principia* fue posible calcular la fuerza de sustentación producida por un papalote, que es una superficie más o menos plana, orientada con un pequeño ángulo de incidencia respecto del flujo del viento. El aire sufre una desviación al chocar con el papalote; esa desviación del aire requiere una fuerza que lo mueva hacia abajo. La segunda ley de Newton permite calcular la magnitud de esa fuerza, en función del tamaño del papalote, de la velocidad del aire, de su densidad y de la magnitud del cambio de dirección del flujo. La tercera ley (“a toda acción se opone una reacción...”) permite “trasferir” esa fuerza al papalote en términos de su sustentación, es decir, como una fuerza hacia arriba, de la misma magnitud que la que recibe el aire al ser desviado hacia abajo.

Sin embargo, a pesar del gran avance de la mecánica newtoniana a finales del siglo XVII, se estaba lejos de comprender el fenómeno aerodinámico en toda su complejidad: los papalotes mostraban un poder de sustentación notablemente mayor que el que arrojaban los cálculos. Los *Principia* servían para deducir las leyes de Kepler a partir de postulados y deducciones teóricas, para calcular con mucha precisión los movimientos de los planetas y los satélites de Júpiter, para entender los movimientos de los cometas, para explicar las mareas y para muchos otros efectos mecánicos, pero no para calcular los papalotes. Mucho menos para construir aviones.

Cualquier libro de texto de mecánica de fluidos alude al principio de Bernoulli como uno de los conceptos clave para entender el fenómeno del vuelo. Daniel Bernoulli (1700-1782) fue el primero en reconocer una relación que existe entre la presión y la velocidad en un fluido. Esta es una relación inversa, de modo que la presión en un punto dentro de un fluido disminuye a medida que aumenta su velocidad. Es curioso que Bernoulli, que era un gran matemático, nunca dedujo ni utilizó la ecuación que lleva su nombre, que es relativamente sencilla y expresa de manera cuantitativa (con la velocidad al cuadrado y otros factores) el enunciado encontrado por él.

El principio de Bernoulli, publicado unos cincuenta años después que los *Principia*, y no utilizado muchos años más, da la clave para entender el “déficit” de sustentación que producen los cálculos con mecánica newtoniana primitiva respecto de los papalotes. Ahora sabemos que, aunque en un ala existe efectivamente el efecto de sustentación debido al cambio de la dirección del viento, la principal causa de la sustentación es el “vacío” relativo (disminución de presión) que ocurre en la parte superior porque la velocidad del aire por encima del ala es mayor que en la parte inferior, y “a mayor velocidad menor presión”. Así, la principal tarea de un ala no es desviar el aire hacia abajo sino lograr una diferencia de velocidades entre sus superficies superior e inferior, para propiciar esa diferencia de presión que produce la sustentación a manera de una succión hacia arriba.

Euler y el primer gran salto conceptual

Leonhard Euler (1707-1783) publicó tres trabajos entre 1752 y 1755 que son claves en el desarrollo de la mecánica de fluidos y representan el primer gran salto conceptual, por lo que algunos lo consideran como el padre de esta rama de la física. Euler fue capaz de comprender la mecánica de Newton y manejarla con los avances matemáticos de la época, en particular mediante el cálculo diferencial. Encontró que el principio de Bernoulli es una consecuencia de las leyes de Newton. Desarrolló un enfoque, que se utiliza aún en la actualidad para la enseñanza y para cálculos analíticos y por computadora, que consiste en suponer que un fluido está formado por pequeñísimos elementos que cambian de posición y velocidad de acuerdo con la segunda ley de Newton, y obedeciendo simultáneamente el principio de conservación de la masa (“no se crea ni se destruye”). Euler fue capaz de plantear las ecuaciones que llevan su nombre, válidas hasta nuestros días para las condiciones en que sus hipótesis sean razonables, que describen completamente cualquier flujo y permitirían calcular con precisión el efecto de sustentación. Nótese que esto sucedió 30 años antes del primer vuelo en globo

así que un tema clave en el desarrollo de la aerodinámica teórica y aplicada ha consistido siempre en encontrar las condiciones y configuraciones geométricas que logren la máxima sustentación con el mínimo arrastre. Estos fenómenos dependen no sólo íntimamente de todos los parámetros geométricos del cuerpo aerodinámico, sino de las propiedades físicas del fluido (viscosidad y densidad, principalmente) y de las condiciones del flujo relativo.

HITOS EN LA HISTORIA DE LA AVIACIÓN

CUADRO 1

AÑO	HITO
1903	Primer vuelo motorizado bajo control: Orville y Wilbur Wright, Estados Unidos
1906	Primeros vuelos motorizados bajo control en Europa. El piloto más importante fue Santos Dumont (brasileño), en Francia
1909	Primer vuelo a través del Canal de la Mancha: Louis Bleriot, Francia
1909	Primera mujer piloto: Elise de Laroche, Francia
1910	Primer vuelo en México y en Latinoamérica: Alberto Braniff, a bordo de un Voisin (francés), en los llanos de Balbuena, en la ciudad de México
1911	Primer vuelo de un jefe de estado en todo el mundo: Francisco I. Madero, invitado por el piloto Geo Dyot, ciudad de México
1919	Primer vuelo trasatlántico, Newfoundland-Lisboa, Portugal (con duración de 11 días): A.C. Read a bordo de un hidroavión Curtiss NC-4, Estados Unidos
1924	Primer vuelo alrededor del mundo (con duración de 6 meses): dos Douglas DT-2, Estados Unidos
1927	Primer vuelo sin escalas Nueva York-París: Charles Lindbergh en el Ryan NYP Spirit of St. Louis, Estados Unidos
1932	Primera mujer en volar sola y sin escalas a través del Atlántico (primer vuelo de este tipo después del de Lindbergh): Amelia Earhart en un Lockheed Vega, Estados Unidos
1935	Primer vuelo del Douglas DC-3, el avión que hizo posible la aviación comercial debido a su economía y confiabilidad. Cientos de DC-3 todavía vuelan en México y otros países
1939	Primer vuelo de un avión de propulsión a chorro: un Heinkel He-178, Alemania
1939	Primer helicóptero funcional: Igor Sikorsky, Estados Unidos
1947	Primer vuelo supersónico: Charles Yaeger en el Bell X-1 Glamorous Glenis, Estados Unidos
1949	Primer vuelo de prueba de un avión comercial de propulsión a chorro: el De Havilland Comet, Inglaterra
1969	Primer vuelo del Boeing 747, el primer avión "jumbo", Estados Unidos
1969	Primer vuelo del Concorde, el primer avión comercial supersónico, Inglaterra-Francia
1977	Primer vuelo impulsado únicamente por fuerza muscular humana: Bryan Allen (campeón ciclista) a bordo del Gossamer Condor, durante 7 minutos, Estados Unidos
1986	Primer vuelo alrededor del mundo, sin escalas y sin cargar combustible. Dick Rutan y Jeana Yeager, Estados Unidos

Fuentes:

http://www.aia-aerospace.org/pubs/milestones/milestones_basic.cfm?b=1903&e=1919
<http://www.rcooper.ocatch.com/ebraniff.htm>
<http://www.earlyaviators.com/>
<http://www.aztecmodels.com/fam/Historia/inicios.htm>

aerostático y 150 años antes del primer vuelo motorizado de los Wright.

Se trata de dos conjuntos de ecuaciones diferenciales bastante complejas que describen punto a punto en la región del fluido, los principios de conservación de la masa y de la cantidad de movimiento alrededor o dentro de un cuerpo sólido. Una de las hipótesis implícitas en las ecuaciones de Euler consiste en que la viscosidad del fluido es nula. Newton había planteado matemáticamente el movimiento de un punto en un fluido considerando su viscosidad, pero Euler consideró que esa propiedad para el aire sería muy pequeña por lo que la eliminó de sus deducciones, con lo cual logró una simplificación apreciable.

El aire, en efecto, para muchos casos prácticos tiene una viscosidad despreciable en comparación con los efectos considerados en las ecuaciones, es decir, los que se deben al efecto combinado de su densidad y su velocidad.

A pesar de ser el matemático más destacado de su época, Euler nunca resolvió "sus" ecuaciones, es decir, no encontró el modo de transformarlas en ecuaciones algebraicas que permitiesen calcular resultados concretos para problemas concretos.

Los avances teóricos en años posteriores fueron en diferentes frentes: el desarrollo de nuevas técnicas y enfoques matemáticos para intentar resolver las ecuaciones, el desarrollo de simplificaciones a las ecuaciones, aplicables a

casos particulares, y la inclusión del efecto de la viscosidad para corregir algunos resultados “paradójicos” que podían encontrarse con las ecuaciones de Euler. Por ejemplo, se conoce como la paradoja de d’Alembert el hecho de que a partir de ecuaciones de la física, probadas y confiables, se puede calcular que la fuerza de arrastre a través de diversos cuerpos de geometría sencilla es nula a cualquier velocidad del fluido. Esto no correspondía con la experiencia ni con otras deducciones que, como se mencionó más arriba, demostraban que la fuerza de arrastre varía con el cuadrado de la velocidad. Por supuesto, no se trataba de una paradoja sino de una falta de intelección del factor de la viscosidad en los fenómenos aerodinámicos.

Hacia 1843 se publica la primera versión de las ecuaciones de Navier-Stokes. Estas tienen muchos elementos y una estructura similares a las ecuaciones de Euler, pero incorporan el efecto de la viscosidad, es decir, de la fricción entre el cuerpo y el aire. La viscosidad representa una propiedad física importante en el cálculo preciso de la fuerza de arrastre, que no puede lograrse con las ecuaciones de Euler. Las ecuaciones de Navier-Stokes suponen una viscosidad constante (independiente de las condiciones del flujo) y un flujo incompresible, es decir, que aunque se trate de un gas, como el aire, su densidad no cambia a lo largo del flujo pese a los cambios de presión. Estas dos hipótesis se han encontrado válidas para la mayoría de las condiciones de flujos hidro y aerodinámicos. Sólo en casos especiales y menos frecuentes, como los flujos cercanos a la velocidad del sonido o supersónicos, estas hipótesis resultan inadecuadas.

La incorporación de la viscosidad convierte a la aportación de Navier y Stokes en un conjunto de ecuaciones imposibles de resolver analíticamente para el caso general, aunque lo que expresan es fácil de comprender para el especialista. Fueron publicadas 60 años antes del primer vuelo motorizado de los Wright y representan un conjunto “completo” de conocimientos teóricos acerca de los fenómenos del arrastre y la sustentación. Estas ecuaciones son tan poderosas y han demostrado tal validez durante 160 años, que aún en la actualidad son la base de todos los cálculos computacionales complejos de mecánica de fluidos en condiciones subsónicas y son el marco de donde se deducen las soluciones analíticas, tras hacer las

simplificaciones pertinentes, para una gran cantidad de ejemplos didácticos. Su solución, aun mediante computadoras poderosas, sigue siendo compleja y constituye una de las líneas de frontera en las ramas de la ingeniería relacionadas. Quizá esto explica en parte por qué los modelos matemáticos fueron tan anteriores a los primeros aviones y no fueron esenciales para el logro de los primeros vuelos.

ANTECEDENTES EXPERIMENTALES

La historia de la ciencia y la tecnología muestra diversos casos en cuanto a la precedencia de los avances teóricos y prácticos. Por ejemplo, la construcción de máquinas térmicas, en particular las de vapor, se dio no sólo a nivel experimental sino incluso comercial muchos años antes de que se descubrieran los principios de la termodinámica que explican su funcionamiento. En el extremo opuesto se tiene el caso de la electrónica, cuyo desarrollo práctico es posterior al descubrimiento de sus principios.

Un caso intermedio es el de la aeronáutica. Ya hemos expuesto que los modelos matemáticos que contienen los principios básicos del vuelo eran conocidos desde la primera mitad del siglo XIX y, en una versión más simple, útil para ciertos casos en la actualidad, existía un modelo completo y válido desde mediados del siglo XVIII. Sin embargo, la enorme complejidad de esos modelos hizo prácticamente imposible su solución para casos reales y, por ello, impidió el estudio más completo de sus implicaciones en el diseño de aeronaves. Por otro lado, no existe evidencia de que los científicos mencionados tuvieran algún interés por la aeronáutica. Sus trabajos se limitaban a los desarrollos teóricos. Por estas razones, simultáneamente con la teoría se dieron diversos desarrollos experimentales de mucha más limitada trascendencia conceptual, pero mucho más eficaces en el logro de los resultados deseados. Puede afirmarse que el logro de los primeros vuelos y los primeros aeroplanos en América y Europa fueron producto de esta línea de desarrollo experimental que tomaba en cuenta, desde luego, los principios de la física conocida (Newton, Bernoulli), pero ignoraba los modelos teóricos de Euler, Navier, Stokes y otros matemáticos importantes del siglo XIX.

La lista de estudiosos de la aeronáutica por la vía expe-

rimental es mucho más amplia que la de los teóricos y, naturalmente, sus aportaciones mucho más limitadas. Se presentan enseguida sólo los más importantes.

George Cayley y la aeronáutica

El primer experimentador que hizo aportaciones trascendentes para la historia de la aeronáutica fue George Cayley (1773-1857), quien fue el primero en reconocer la importancia de la fuerza de sustentación como algo diferente del arrastre; construyó un conjunto de alas con diversos perfiles y descubrió la superioridad de los perfiles curvos respecto de los planos; midió cuantitativamente y con notable precisión la magnitud de las fuerzas de sustentación y arrastre para esas alas a diversos ángulos de ataque; fue el primero en diseñar y construir un avión (de juguete) en el que las alas estaban diseñadas sólo para sustentar y eran independientes del mecanismo de propulsión, así como independientes de otras superficies para estabilizar el avión, lo que dio a sus modelos una forma muy similar a lo que se utiliza en la actualidad. El trabajo productivo de Cayley abarcó la primera mitad del siglo XIX y sus sorprendentes aportaciones son ajenas al trabajo teórico de Euler, suficientemente conocido para entonces.

Es interesante notar que desde mediados del siglo XIX se fundaron en Europa sociedades académicas para el estudio de la aeronáutica, años antes de los primeros vuelos. La principal fue, sin duda, la Aeronautical Society of Great Britain, que sesionó por primera vez el 12 de enero de 1866 en Londres, y desde entonces publicó un anuario con los *papers* que presentaban sus miembros a la sociedad, cuyos objetivos eran “apoyar, observar, registrar y ayudar” a sus socios en el desarrollo teórico y práctico de la aeronáutica. El principal valor de estas sociedades fue aglutinar y potenciar el trabajo de un conjunto de personas con intereses aeronáuticos y habilidades prácticas, al margen de los teóricos universitarios, para el logro de un aparato gobernable en el aire, más pesado que este.

Otto Lilienthal y el vuelo de las aves

El siguiente gran avance en la aeronáutica práctica o experimental se debe a Otto Lilienthal (1848-1896), un hábil ingeniero mecánico alemán que diseñó y construyó un mecanismo para medir cuantitativamente los efectos de

sustentación y arrastre de diferentes superficies. Sus experimentos, que duraron varios años a partir de 1866, reflejan un agudo sentido de la investigación y un rigor metodológico, y fueron publicados en su obra *El vuelo de las aves como fundamento del arte de volar*. Encontró, en coincidencia con Cayley, que los perfiles curvos producían mayor sustentación que los planos y localizó con precisión el punto del perfil en el cual se ejerce la resultante de la sustentación. En particular, determinó que un perfil de arco de círculo con una flecha de $1/12$ era el más adecuado para sus proyectos. Con base en su experiencia, en el verano de 1889 construyó un primer planeador con varios elementos que permanecen hasta nuestros días: un ala con perfil curvo sólo para la sustentación; superficies horizontales y verticales para la estabilización; el centro de gravedad ligeramente adelante del centro de sustentación. El planeador, notablemente similar a los actuales *hang gliders*, tenía superficies de tela con una ligera armazón de varillas de madera con conectores de metal. Las varillas de madera daban al ala la forma y perfil precisos según el diseño.

Ese primer planeador, como todos los que construyó, “se ponían” alrededor del tronco, entre la cintura y los hombros. El piloto, corriendo cuesta abajo en una colina, poco a poco sentía la sustentación hasta que despegaba. Lilienthal hizo más de mil pruebas, caminando y corriendo, para aprender a sentir el comportamiento de sus planeadores y a controlarlos todavía sin volar. Seguramente en alguna ocasión dio uno o más pasos en el aire. Con esta metodología, de ir aprendiendo de manera paulatina a controlar el planeador, corriendo cuesta abajo, no es posible determinar cuándo ocurrió el primer vuelo. Se sabe que fue durante 1891. Fue el primer vuelo bajo el control del piloto en un aparato más pesado que el aire.

A partir de entonces, Otto Lilienthal realizó más de dos mil vuelos exitosos. Su mecanismo de control era sólo mover su propio peso hacia delante, atrás o a los lados, en forma similar a como se controlan muchos de los actuales *hang gliders*. Un domingo de agosto de 1896 perdió el control de su vuelo al encontrarse con una termal y cayó de unos 15 metros de altura. Murió al día siguiente, víctima de fracturas en la columna vertebral.

De forma simultánea, a partir de 1887 Samuel Langley

(1834-1906), un ingeniero civil muy ligado con el Instituto Smithsonian en Washington, comenzó a hacer experimentos para el desarrollo de aeroplanos de motor. Después de largos años de experimentar con modelos pequeños, propulsados por mecanismo de reloj, construyó varios modelos movidos mediante máquinas de vapor. Finalmente, el 6 de mayo de 1896 logró hacer despegar uno de sus “aeródromos”, que voló a unos 30 metros de altura sobre el río Potomac. Este primer vuelo duró un minuto y medio y recorrió más de un kilómetro, aunque no en línea recta sino en espiral. Fue el primer vuelo de un aparato más pesado que el aire sin tripulación, no controlado, pero propulsado por motor, de un tamaño respetable (previamente se había logrado hacer volar pequeños aviones de juguete propulsados por una liga de hule). El aparato acuatizó suavemente sobre el río, fue rescatado y el mismo día realizó su siguiente vuelo.

La hazaña de los hermanos Wright

El primer vuelo motorizado de la historia de la humanidad duró 12 segundos, se elevó no más de tres metros sobre el nivel del suelo y su longitud fue de unos 36 metros. El piloto que lo condujo fue Orville Wright, constructor de la aeronave junto con su hermano Wilbur. Tuvo lugar hace 100 años, a las 10:35 horas del 17 de diciembre de 1903, en Kitty Hawk, Carolina del Norte, en la costa este de Estados Unidos. Más tarde, ese mismo día, Wilbur logró permanecer en el aire 59 segundos y recorrió más de 260 metros.

Los hermanos Orville (1871-1948) y Wilbur (1867-1912) Wright habían estado interesados en los aparatos aéreos desde su infancia. Construyeron y perfeccionaron varios papalotes, afición que dejaron al pasar la adolescencia “por no ser propia de su edad”. Ambos tenían una buena educación formal, aunque ninguno de los dos se graduó de *high school*. Después de varios negocios familiares poco exitosos en Daytona, Ohio, incursionaron en el de las bicicletas en 1892, primero haciendo reparaciones, después añadieron la venta y al poco tiempo decidieron diseñar y fabricar las bicicletas ellos mismos. El negocio floreció, de modo que con el tiempo entrenaron a diversos operarios y ellos comenzaron a tener algo de tiempo libre.

Su motivación para incursionar en el terreno de la

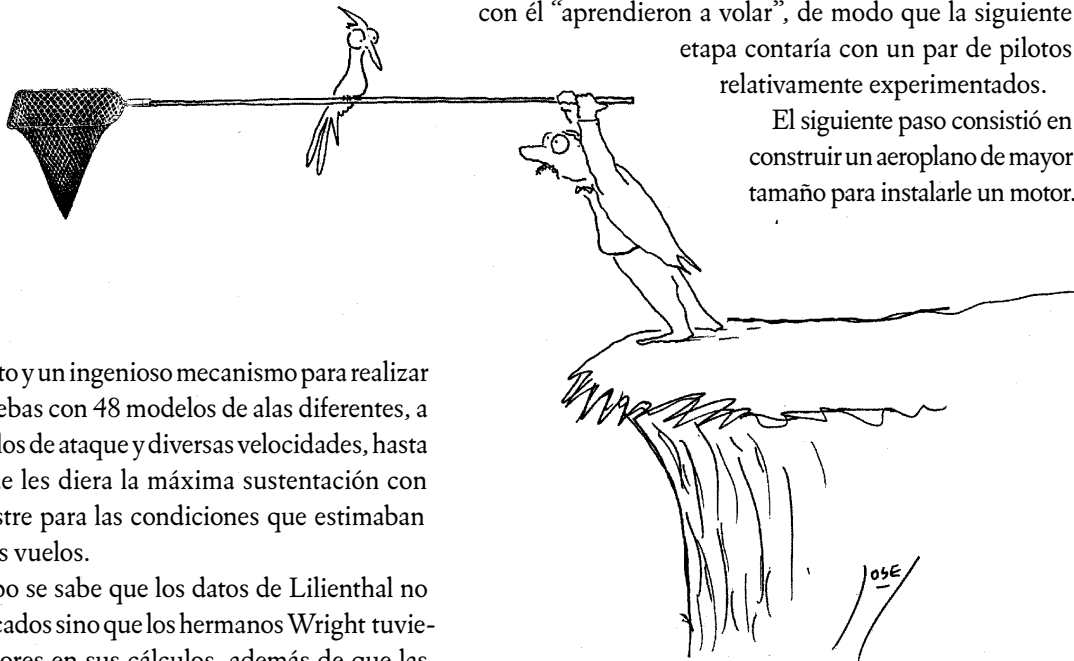
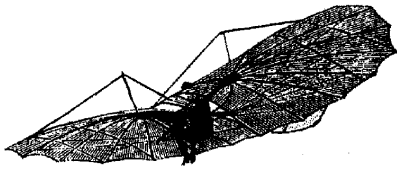
aviación se originó cuando leyeron en el periódico la noticia de la muerte de Otto Lilienthal (1896), uno de los precursores de la aeronáutica práctica y experimental. No parece aleatorio el hecho de que hayan sido ellos los primeros en realizar un vuelo tripulado, controlado y con motor: su trabajo fue cuidadosamente planeado y ejecutado. A partir de 1899 comenzaron por conseguir la información disponible (con énfasis en la experiencia práctica, no en los modelos matemáticos), incluidas algunas publicaciones de Lilienthal y de Langley.

A partir de 1900 construyeron modelos de planeadores que los volaron como papalotes, para medir y estudiar sus propiedades de arrastre y sustentación, así como su estabilidad. Durante este proceso concibieron y construyeron lo que fue una de sus principales invenciones: el alabeo de las alas como un mecanismo para el control. Con este mecanismo, que consistía en torcer ligeramente la estructura de las alas, tenían un sistema mucho más eficaz para el control direccional y de estabilidad que el practicado por Lilienthal, basado únicamente en mover su propio peso. Este alabeo de las alas es la base de lo que persiste hasta nuestros días en lo que se conoce como los alerones.

Aunque su negocio y su casa estaban en Daytona, Ohio, decidieron realizar sus experimentos de vuelo en Kitty Hawk, Carolina del Norte, cerca de la costa, lugar donde ellos sabían que existían unas colinas suaves y soplaban regularmente una brisa marina estable y confiable. Este lugar les quedaba a más de 1,000 km de su casa y taller. Tal era el valor que daban a experimentar en un lugar con condiciones propicias. El primer vuelo libre, más o menos controlado pero todavía sin motor, fue realizado en el otoño de 1900.

Los resultados encontrados con los papalotes y el primer planeador los llevaron a concluir que las tablas aerodinámicas de Lilienthal estaban equivocadas: el planeador caía mucho más de lo previsto, lo cual indicaba un cociente entre sustentación y arrastre menor de lo esperado. Con esta experiencia, junto a la de algunos vuelos que estuvieron a punto de terminar en tragedia, la decepción fue mayúscula y pensaron seriamente abandonar el proyecto.

Sin embargo, a raíz de esto y ya de vuelta en Daytona, comenzaron una nueva etapa en su trabajo: desarrollaron



un túnel de viento y un ingenioso mecanismo para realizar sus propias pruebas con 48 modelos de alas diferentes, a diferentes ángulos de ataque y diversas velocidades, hasta encontrar la que les diera la máxima sustentación con el mínimo arrastre para las condiciones que estimaban encontrar en sus vuelos.

Con el tiempo se sabe que los datos de Lilienthal no estaban equivocados sino que los hermanos Wright tuvieron algunos errores en sus cálculos, además de que las condiciones de sus experimentos no eran similares a los de aquel. Sin embargo, lo importante fue que su desconfianza en los datos de Lilienthal (reforzada con el conocimiento de su accidente fatal) los llevó a desarrollar su propia información desde el principio, para considerarla confiable. Hacia finales de 1901, con base en los datos obtenidos en el túnel de viento, los Wright tenían la "aerodinámica correcta" con datos mucho más precisos y confiables que los publicados con anterioridad, y habían encontrado lo que ellos consideraban el mejor perfil aerodinámico, con cierto grado de curvatura y cierta posición de la curvatura máxima, así como la mejor proporción entre longitud y anchura del ala.

En 1902 construyeron las partes para armar otro planeador, y en el otoño lo trasladaron a Kitty Hawk. Este se comportó de forma muy cercana a lo calculado, lo cual constituye un logro notable de su investigación e ingenie-

ría, con mejor ángulo de planeo que cualquier planeador construido anteriormente. Con ello los Wright adquirieron mucha confianza en la información obtenida en el túnel de viento y convirtieron a esta herramienta en una pieza clave para el futuro desarrollo de la aeronáutica. En dos días realizaron más de 50 vuelos exitosos y bajo control. Pero lo más importante de este planeador fue que con él "aprendieron a volar", de modo que la siguiente etapa contaría con un par de pilotos relativamente experimentados.

El siguiente paso consistió en construir un aeroplano de mayor tamaño para instalarle un motor.

Los hermanos se dieron a la tarea de buscar en Estados Unidos un proveedor de un motor de gasolina de ocho o nueve caballos de fuerza, que es lo que según sus cálculos requerirían de arrastre para el nuevo aeroplano. Todas las respuestas fueron negativas. Entonces, con ayuda de uno de sus mecánicos del taller de bicicletas, Charly Taylor, diseñaron y construyeron el motor de gasolina que requerían. Simultáneamente, tuvieron que desarrollar el concepto y la teoría de las hélices para poder construir unas de características confiables. Se atribuye a Wilbur el haber imaginado que una hélice es una ala giratoria en vez de una porción de un tornillo, como se concebía hasta entonces. Así, la misma experiencia adquirida con el túnel de viento en el estudio de los perfiles aerodinámicos le llevó a diseñar y construir en madera las hélices que consideró apropiadas. Probó diversos modelos en el túnel de viento y montadas sobre bicicletas. Durante la primera mitad de 1903 constru-

yeron en su taller el nuevo prototipo, el motor, la transmisión y las hélices.

El 25 de septiembre de 1903 llegaron a su campamento en Kitty Hawk. Las herramientas y partes para armar el prototipo llegaron 14 días después. A partir del 9 de octubre comenzaron a armarlo y el 14 de diciembre el aparato estaba listo para volar. Los hermanos echaron un “volado” para

determinar quién lo probaría. Tocó en suerte a Wilbur pero, no familiarizado con las características del nuevo equipo, lo estrelló inmediatamente después de despegar. Las reparaciones requirieron dos días más. El 17 de diciembre fue el turno de Orville. Aceleró el motor, y mientras Wilbur corría a su lado estabilizando el avión para evitar que el ala tocara el suelo, el aparato despegó y realizó el primer vuelo tripulado a motor bajo control del piloto, que se elevó a una altura superior a la que partió y terminó a la misma altura que comenzó. Ahí nació propiamente la aviación como la conocemos en nuestros días, la que se convirtió en un factor determinante, para bien y para mal, de la historia del siglo xx.

El logro de los hermanos Wright no sólo consiste en haber sido los primeros en volar en las condiciones indicadas. Además de las invenciones concretas, como la estructura flexible de las alas que permitía su ajuste preciso en campo (alabeo y curvatura); el uso instrumentado y preciso del túnel de viento y su capacidad de obtener información cuantitativa para el diseño y cálculo (no sólo dibujo) de sus aviones; el diseño de las hélices; el motor de gasolina con una relación de peso-potencia relativamente baja para su época, así como otros detalles constructivos que tuvieron que solucionar, los Wright aportaron a la aeronáutica información

DE PRONTO LOS HERMANOS Wright pusieron a Estados Unidos a la cabeza de la aeronáutica mundial

valiosa de sus mediciones y cálculos (publicados en más de mil páginas en dos tomos), pero sobre todo una metodología precisa, cautelosa, minuciosa y de estricto rigor científico que permitió seguir perfeccionando los aeroplanos. Su constancia, tenacidad y unión no puede dejarse de lado al estudiar las razones por las que ellos fueron los primeros en volar.

De pronto, los hermanos Wright pusieron a Estados Unidos a la cabeza de la aeronáutica mundial. Patentaron algunas de sus invenciones y continuaron sus investigaciones para perfeccionar los aviones y motores. Antes de un año ya habían logrado volar en círculos y aterrizar cerca del punto de partida en unos pastizales cerca de Daytona.

Unos años después hicieron una demostración en Francia en la que ganaron un premio ofrecido por Michelin por un vuelo de 124 km (de más de dos horas), con lo que obtuvieron el prestigio indiscutible como los mejores pilotos y fabricantes de aviones.

Durante los años siguientes el desarrollo de la aviación se trasladó a Europa, motivada fuertemente por la situación prebélica que existía. Durante la primera guerra mundial los desarrollos tecnológicos fueron apreciables, en especial en Alemania, donde se desarrollaron unos perfiles aerodinámicos de gran espesor, con un poder de sustentación muy superior a los previamente existentes. A partir de ahí comienza a haber un acercamiento entre los ingenieros y los científicos con objeto de desarrollar el nuevo invento. Los aviones que se desarrollaron a partir de los años treinta no hubieran sido posibles sin la reincorporación de los estudios teóricos, el perfeccionamiento de los motores de combustión interna y el desarrollo de materiales adecuados no disponibles anteriormente, como el aluminio y después otros materiales más avanzados.

Gracias al trabajo de muchos matemáticos, científicos e ingenieros europeos y americanos, y particularmente gracias a Orville y Wilbur Wright, hace cien años que el hombre vuela. ■

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, John D. *A history of aerodynamics*, Cambridge University Press, 2001.

CLARK, Donald W. *Hazañas científicas de nuestro tiempo*, Conacyt, 1979.

KARLSON, Paul K. *El hombre vuela. Historia y técnica del vuelo*, Labor, Barcelona, 1949.